

Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kadar Hemoglobin Darah Berbasis Mikrokontroler

Affan Muhammad¹, Supadi², Tri Anggono Prijo³

^{1,2,3} Program Studi Teknobiomedik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas
Airlangga

Email : affan_muh_15@yahoo.co.id

ABSTRACT

Blood contains several components, one of which is erythrocytes also contain haemoglobin which affects the red color of the blood. The red color is affected by haemoglobin while binding oxygen which then is called oxyhemoglobin (HbO₂). The method used in analyzing the blood haemoglobin levels was by using the blood density parameters. This device can measure human blood hemoglobin levels according to the light intensity received by the sensor. This study examined a wide range of LEDs that would be suitable to be used as a light source, such as red, blue, and green LED. The suitable LED, as a tool for measuring blood haemoglobin levels was the green one. This device has a high degree of accuracy in the measurement of hemoglobin levels with different 0,4.

Keywords: blood, haemoglobin measurement, LED

ABSTRAK

Darah terdiri dari beberapa komponen diantaranya eritrosit, dan didalam eritrosit terdapat hemoglobin yang mempengaruhi warna merah pada darah. Warna merah dipengaruhi oleh hemoglobin saat mengikat oksigen yang disebut sebagai *oksihemoglobin* (HbO₂). Metode yang digunakan menganalisis kadar hemoglobin darah menggunakan parameter kepekatan warna darah. Alat ini dapat mengukur kadar hemoglobin darah manusia berdasarkan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor. Penelitian ini menguji berbagai macam LED sebagai sumber cahaya diantaranya LED merah, biru, dan hijau. LED yang cocok digunakan sebagai alat pengukuran kadar hemoglobin ialah LED hijau. Alat pengukuran kadar hemoglobin mempunyai selisih nilai terbesar 0,4.

Kata kunci : darah, pengukuran hemoglobin, LED

A. Pendahuluan

Pemeriksaan darah dalam bidang medis adalah salah satu bentuk diagnosa dengan memeriksa komponen-komponen yang ada dalam darah untuk pendeteksian suatu penyakit. Salah satu contoh dari pemeriksaan darah ialah pengukuran kadar Hemoglobin dalam darah.

Pengukuran kadar Hb di laboratorium medis dapat dilakukan dengan mengukur intensitas warna dari sampel darah yang telah diberi reagen. Pengukuran intensitas warna tersebut dapat dilakukan dengan metode sahli (metode manual), maupun dengan metode Syanmethemoglobin (dengan Spektrofotometer). Pada metode sahli dilakukan dengan membandingkan warna standart dengan sampel darah yang telah diencerkan hingga warna sama. Sedangkan pada Syanmethemoglobin dilakukan dengan metode spektrofotometer yang ditempatkan pada suatu kuvet.

Kebanyakan laboratorium medis di Indonesia masih menerapkan cara sahli karena mahalnya harga Spektrofotometer yang tersedia. Metode Sahli diperkirakan memiliki tingkat kesalahan hingga 10% (Adhisuwignjo, 2010). Penyebab kesalahan utama pada metode sahli dikarenakan pengukuran kadar Hemoglobin ditentukan oleh kemampuan individu mengamati perubahan fisik warna sampel dengan warna standar. Hal ini akan saat memberatkan untuk sampel yang cukup banyak.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis bermaksud untuk menggunakan metode spektrofotometri sebagai pengukur kepekatan warna darah. Prinsip kerja dari alat tersebut ialah mengukur intensitas warna pada sampel darah yang diberi reagen yang dimasukkan ke dalam kuvet kemudian dengan sumber cahaya tertentu diarahkan menuju sampel yang kemudian sampel akan mengabsorpsi sebagian berkas sedangkan sebagian lagi diteruskan dan ditangkap oleh detektor. Detektor disini berguna sebagai pendeteksi intensitas cahaya yang mengenainya dan akan mengubah menjadi tegangan.

B. Dasar Teori

Hemoglobin adalah struktur yang terdiri dari haem dan globin, dimana haem adalah yang memberi warna merah pada darah dan globin adalah protein darah. Warna merah hemoglobin berasal dari unsur pembuatnya yaitu zat besi. Pada pengukuran hemoglobin dengan metode sahli menggunakan reagen sebagai pelarut. Larutan yang digunakan ialah larutan HCl dimana HCl dapat menghidrolisis hemoglobin menjadi globin ferroheme. Ferroheme dioksidasi oleh oksigen yang ada di udara dan bereaksi dengan ion Cl membentuk ferrihemeclorid yang disebut hematin atau hemin yang berwarna coklat.



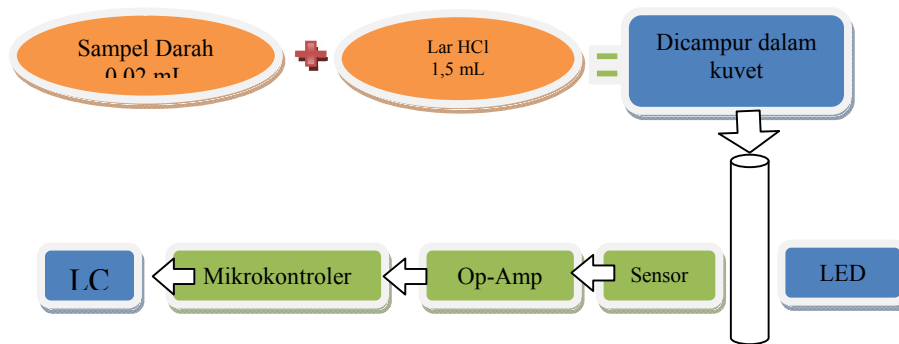
Gambar 1 Pengukuran Hb dengan Sahli

Intensitas warna dapat diukur dengan jumlah cahaya yang melewati sampel darah. Jumlah cahaya yang diserap oleh larutan sampel berkaitan dengan konsentrasi unsur di dalam larutan tersebut. Teknik ini dapat digunakan untuk memonitoring perubahan warna dengan perubahan jumlah cahaya yang diabsorpsi.

Intensitas warna sebanding dengan konsentrasi hemoglobin dalam pengukuran absorban pada panjang gelombang yang paling tepat. Panjang gelombang sumber cahaya harus tepat dalam penentuan nilai absorban karena bila pengujian dilakukan pada panjang gelombang yang tidak tepat berakibat tidak validnya data pengujian. Apabila terjadi perubahan konsentrasi yang besar, nilai absorbannya hanya sedikit berubah. Namun bila diuji dengan panjang gelombang yang tepat (spektrum serapan maksimum) maka apabila terjadi perubahan konsentrasi sedikit saja, maka akan terjadi perubahan konsentrasi yang cukup besar.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur proses ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu, persiapan desain diagram blok alat, perancangan perangkat mekanik, perancangan hardware, dan perancangan software. Diagram blok alat dijelaskan pada gambar 2.



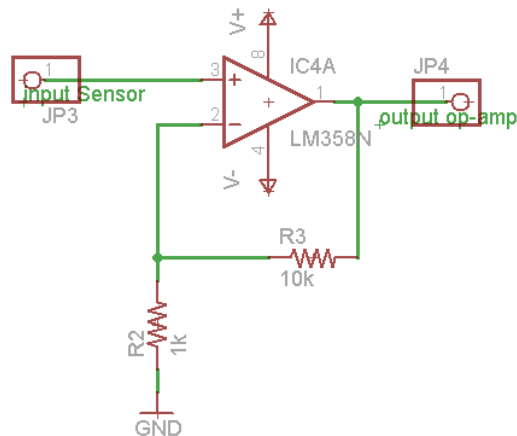
Gambar 2 Blok Diagram Alat

Tahap pertama ialah pembuatan sampel dimana sampel yang digunakan ialah darah yang dimasukkan ke dalam tabung EDTA sehingga tidak terjadi penggumpalan darah. Seperti pada gambar 2 yang telah dilingkari merah. Pengambilan sampel di RSIA Nur Umami Numbi Surabaya.



Gambar 3 Sampel Darah

Sumber cahaya yang digunakan menggunakan LED *ultrabright* dengan variasi LED merah, biru, dan hijau. Masing-masing LED akan diuji absorpsinya dalam pembacaan larutan sampel yang telah dibuat. Cahaya yang keluar pada LED melewati sampel darah akan ditangkap oleh sensor Fototransistor dan dikuatkan oleh Amplifier dengan penguatan sebanyak sebelas kali. Tegangan keluaran dari Amplifier akan diubah kedalam digital oleh mikrokontroler melalui port ADC. Nilai ADC yang keluar akan ditampilkan ke LCD sehingga mampu menganalisis dengan mudah.



Gambar 4 Rangkaian Amplifier

Dalam tahap pengujiannya nilai kadar Hemoglobin yang bervariasi akan dilihat nilai ADC pada masing-masing sampel. Karena sampel yang digunakan terbatas maka hasil nilai ADC tersebut nantinya akan hitung menggunakan regresi linier untuk mendapat nilai Hemoglobin yang lain. Dimana sumbu x sebagai nilai ADC dan sumbu y sebagai nilai kadar Hemoglobin.

Rumus linieritas tersebut yang dimasukan kedalam mikrokontroler sebagai pengukuran kadar Hemoglobin darah dengan cara pengkonversi nilai ADC ke kadar Hemoglobin. Untuk menentukan nilai awal nilai kadar Hemoglobin menggunakan alat *hemotology analyzer* yang telah terkalibrasi dengan baik.



Gambar 5 Alat Hemotology Analyzer

D. Hasil Uji Coba dan Pembahasan

Sumber Cahaya merupakan komponen pokok dalam penelitian ini. Pengujian awal dilakukan untuk mengukur panjang gelombang dengan menggunakan spektrofotometer. Hasil pengujian panjang gelombang LED biru 501 nm, LED merah 617,83 nm, dan LED hijau 553,67 nm. Dari hasil pengujian LED hijau dan biru sesuai dengan range ketentuan warna panjang gelombang. Sedangkan pada LED biru tidak sesuai disebabkan kurang sempurnanya dalam mengamati garis n-kanan dan n-kiri kisi difraksi.

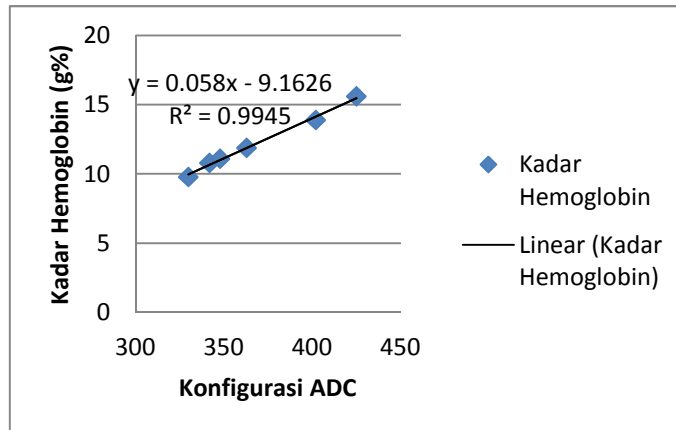
Uji Absorpsi LED dilakukan untuk mengetahui LED yang cocok digunakan sebagai sumber cahaya. Pengujian menggunakan sensor Fototransistor sebagai pembacaan tegangan keluaran yang terjadi untuk memperoleh linieritas. Hasil uji pada LED biru tegangan tidak stabil sedangkan pada LED merah tidak dapat mengabsorpsi dengan baik karena tegangan output pada sensor tidak berubah saat volume reagen ditambahkan. Hal ini berbeda dengan LED hijau yang memiliki tegangan stabil bila dibandingkan dengan LED biru. Saat ditambah volume reagen, LED hijau dapat berubah dan stabil pada 1 menit selanjutnya. Pengujian ini membuktikan bahwa LED hijau saat cocok digunakan sebagai sumber cahaya.

Penggunaan sensor cahaya diperlukan pengujian linieritas sensor. Sensor fototransistor yang digunakan ialah sensor fototransistor everlight type PT344-6C memiliki linieritas sebesar 0,978 yang artinya mendekati angka 1. Jadi hal ini dapat dikatakan bahwa sensor dapat digunakan dengan baik.

Tabel 1 Analisis Tegangan Amplifier

Kadar Hb (g%)	Tegangan Sensor (Volt)	Tegangan Op-Amp (Volt)	ADC
9,8	0,14	1.61	330
10,8	0,15	1.79	342
11,1	0,16	1.81	348
11,9	0,17	1.88	363
13,9	0,18	2.06	402
15,6	0,20	2.20	425

Begitu pula pada uji amplifier, uji ini dilakukan untuk memperoleh linieritas pada nilai ADC dimana nilai ADC inilah yang akan dikonversi ke nilai kadar Hemoglobin. Dimana nilai ADC sebagai sumbu x dan nilai kadar hemoglobin sebagai sumbu y. Uji Amplifier ini memiliki linieritas 0,994 yang hampir mendekati nilai 1.



Gambar 6 Grafik Uji Nilai ADC Terhadap Hemoglobin

Persamaan yang digunakan sebagai konversi nilai ADC ke nilai kadar hemoglobin darah :

$$HB = (0.0558 * ADC) - 9.162$$

Setelah didapat nilai hasil pengukuran dari ADC sebagai data dari alat peneliti maka nilai tersebut perlu diubah dalam bentuk nilai kadar hemoglobin dengan menggunakan *software* mikrokontroler. *Software* yang telah berhasil dibuat pada penelitian ini meliputi program penampilan nilai ADC dan program pengkonversi dari nilai ADC ke nilai kadar Hemoglobin serta ditampilkan pada LCD karakter. Persamaan linieritas diatas digunakan sebagai acuan alat pengukuran kadar hemoglobin darah. Berikut Hasil program pengkonversi nilai ADC ke Kadar hemoglobin.

```

#include "LiquidCrystal.h" // inisialisasi LCD

float val ; ; // variabel ADC
float HB; ; // variabel Hemoglobin

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // pin LCD yang digunakan

void setup() {
  lcd.begin(16, 2); // Pembacaan LCD karakter 16 x 2

  void loop() {
    val = analogRead(0); //membaca ADC
    HB =(0.0558*val) – 9.162 ; // rumus konversi linieritas ADC ke kadar
    Hemoglobin darah
    lcd.setCursor(0, 1); // Peletakan tampilan pada kursor (0,1)
    lcd.print(val); // pembacaan ADC ditampilkan kursor (0,1)
    delay(200); // 200 milidetik
    lcd.setCursor(8, 1); // Peletakan tampilan pada kursor (8,1)
    lcd.print(HB); // pembacaan HB ditampilkan kursor (8,1)
    delay(200); // 200 milidetik
    lcd.print("g%");
  }

```

Program diatas menunjukkan saat nilai konfigurasi ADC ditampilkan, maka data float pada ADC akan langsung mengambil dan dirubah kedalam nilai hemoglobin dengan persamaan yang telah dimasukan kedalam mikrokontroler. Variabel HB digunakan sebagai data float dari konversi nilai kadar hemoglobin darah.

Pengujian software perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat telah dibuat. Tahap ini membandingkan alat yang telah dibuat oleh peneliti dengan alat standart yang telah terkalibrasi yaitu *hematology analyzer* (analisis darah) di RSIA Nur Ummi Numbi. Pengujian dilakukan dengan melakukan uji

banding sebanyak satu kali pengukuran karena keterbatasan sampel yang ada. Hasil yang diperoleh secara lengkap dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

No	Nilai ADC	Kadar Hemoglobin (g%)		Selisih Nilai	% Eror
		Hematology Analyzer	Alat Peneliti		
1	384	12	12.29	2.416667	97.58333
2	411	13.4	13.80	2.985075	97.01493
3	391	13	13.10	0.769231	99.23077
4	442	15.2	15.50	1.973684	98.02632
5	322	8.6	8.79	2.209302	97.7907
6	426	14.6	14.6	0.273973	99.72603
7	376	11.8	11.8	0	100

Selisih nilai terbesar pada ialah pada nilai konfigurasi ADC 441 dimana selisih hingga 0,40 sedangkan selisih terkecil pada nilai konfigurasi ADC 376 dengan selisih 0. Permasalahan yang terjadi pada pengukuran kadar hemoglobin darah ialah saat pembuatan sampel yang masih dilakukan secara manual menggunakan pipet kapiler sahli. Pengambilan darah yang berlebih dapat menyebabkan nilai dari pengukuran berbeda. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk mendapat nilai akurasi dapat dilakukan kalibrasi pengambilan data sebanyak 100x untuk menunjang keabsahan suatu penelitian.

D. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa Alat Pengukuran Hemoglobin berbasis mikrokontroler telah dibuat dan dapat bekerja dengan cukup baik. Alat Pengukuran Kadar Hemoglobin ini dapat digunakan untuk menggantikan alat pengukuran manual seperti metode sahli. LED hijau mampu diserap oleh larutan dan sebagian ditransmisikan sehingga mampu ditangkap oleh detektor

fototransistor. Alat pengukuran kadar hemoglobin yang telah dibuat mempunyai selisih nilai terbesar 0,4.

E. Daftar Pustaka

- Achmad, B., dan Kartika, F.,2005, *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*. Ardi Publishing. Yogyakarta
- Adhisuwignjo,dkk. 2010. *Pemanfaatan Sensor Cahaya Sebagai Alat Pengukur Kadar Hemoglobin dalam Darah*. Pra-proposal karya tulis akhir, Jurusan Teknik elektro, Politeknik Negeri Malang, Malang
- Blocher, Richard. 2004. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta : Andi
- Budiarto, Widodo dan Rizal Gamayel. 2007. *Belajar Sendiri : 12 Proyek Mikrokontroller untuk pemula*. Jakarta : Eex Media Komputindo
- Bull, Brian S. 2000. *Reference Procedurs for the Quantitative Determination of Hemoglobin in Blood; Approved Standard-Trird Edition*. USA
- Hadi,Sari.T., 2008. *Pengembangan Spektrofotometri Serat Optic untuk Mendeteksi Kadar ion Timbal (Pb) dalam Air*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UNAIR. Surabaya
- Gandasoebrata R, 1999. *Penuntun Laboratorium klinik*. Penerbit Duan Rakyat. Jakarta
- Pearce, Evelyn. 2009. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Shinta, Annisa. 2005. *Hubungan Antara Kadar Hemoglobin Dengan Prestasi Belajar Siswi SMP Negeri 25 Semarang*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Sihadi, Suryana Putra,. 1995. *Beberapa metoda Penetapan Kadar Hemoglobin Darah*. Cermin Dunia Kedokteran. Jakarta
- Soesilo,D,. 2006. *Perubahan Warna Akibat Penetrasi Teh Hitam Pada Resin Komposit Type Hybrid Dan Nanofiller Pasca Pemolesan*, Pra-proposal karya tulis akhir, Fakultas kedokteran Gigi, Universitas Airlangga, Surabaya

- Widayanti, Sri. 2008. *Analisis Kadar Hemoglobin Pada Anak Buah Kapal PT. Salam Pacific Indonesia Lines Di Belawan Tahun 2007*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, Medan
- Widodo, Rommy Budhi. 2009. *Embended System Menggunakan Mikrokontroller Dan Pemrograman C*. Yogyakarta
- Zarianis. 2006. *Efek Suplementasi Besi-Vitamin C dan Vitamin C Terhadap Kadar Hemoglobin Anak Sekolah Dasar Yang Anemia Di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak*. Tesis Program Magister Gizi Masyarakat Universitas Diponegoro. Semarang